

Les relations géomorpho-pédologiques de la retombée nord-occidentale du massif guyanais (Vénézuéla)

1^{ère} partie : Les concepts et définitions

Philippe BLANCANEAUX*

et

Michel POUYLLAU**

* Pédologue, ORSTOM

** Géomorphologue, Centre d'Etudes de Géographie Tropicale,
CNRS Bordeaux-Talence

Expert auprès du MARNR - Venezuela

Mission Venezuela. Apartado 68183, Caracas 106, Venezuela

RÉSUMÉ

Le nord-ouest du Massif guyanais vénézuélien, entre Puerto Ayacucho et Caicara del Orinoco présente une intéressante séquence d'unités géomorphologiques qui caractérisent le contact entre le massif granitique et la plaine de remblaiement des « Llanos ».

Dans le cadre des études géomorpho-pédologiques qui sont effectuées dans la zone, les auteurs ont tenté d'appliquer, à la définition des unités géomorphologiques, un système de classification, dont les bases, formulées en termes très généraux en 1971, ont été reprises, en 1973, et modifiées afin de les appliquer aux problèmes spécifiques du Vénézuéla.

Ce système prévoit deux catégories supérieures chorologiques, à savoir Provinces et régions physiographiques, auxquelles succèdent trois catégories plus nettement taxonomiques : paysages, reliefs et formes de terrain. L'élaboration de ce système de classification permet, d'une part de formuler des concepts dont la géomorphologie a été longtemps privée, d'autre part

d'envisager une collaboration plus étroite avec les sciences voisines du milieu physique, plus avancées dans le domaine conceptuel, en particulier la pédologie, enfin de résoudre un problème d'échelle des unités, trop souvent négligé.

Comme dans tout système taxonomique, à l'intérieur de chaque catégorie, des classes sont individualisées en tant « qu'objets géomorphologiques », définis par leurs respectives caractéristiques, type de topographie, forme de la topographie, position relative, dénivellation, conditions de voisinage, pente et exposition. Au niveau taxonomique inférieur de la forme de terrain, cette unité et caractérisée par sa morphographie, sa morphogénèse et sa morphochronologie.

L'application de ce système, dans le sud du Vénézuéla, facilite non seulement les levés géomorpho-pédologiques mais aussi l'harmonisation des concepts géomorphologiques. Nous signalerons que cette méthodologie est appliquée par la Division des Sols du Ministère de l'Environnement du Vénézuéla dans tous les levés de sols menés dans le pays.

SUMMARY

In the northwest part of the Guayanan Venezuela shield, between Puerto Ayacucho and the Orinoco river, an interesting series of geomorphologic units were studied. This particular series delimits the contact which exists between the granite masses and the sediment plains of the « llanos ».

Within the general frame of reference of the geomorphologic-pedologic studies being carried out in the area, the authors have tried to define geomorphologic units, to apply a system of classification which was formulated in general terms in 1971 and later reformulated in 1973, and then to apply these modified units to specific classification problems in Venezuela.

This modified system provides two main chorologic categories, Provinces and phisiografic Regions, and three specific taxonomic categories covering landscapes, relief and land forms. The development of this system allows one to formulate concepts in geomorphology which were for many years unclear, and on the other hand focus upon a closer inter-relation between the more advanced sciences related to the environment, and in particular with Pedology, in order to resolve a problem in scale of units which has been generally overlooked in geomorphology.

As in all taxonomic systems, within each category there is a segregation by classes or « geomorphologic objects », which are defined by their specific characteristics, type of topography, form of topography, relative position, relative difference in elevation, neighborhood conditions, slope or exposure. At a lower taxonomic level using land form, these units were characterized by their morphography, morphogenesis, and morphochronology.

The application to this modified classification system in Venezuela allows not only the survey of the geomorpho-pedologic units, but also permits the harmonization of geomorphologic concepts. It is interesting to note that the Division of Soils in the Ministry of Environment is applying this methodology in all of its soils mapping work through the nation.

RESUMEN

En el noroeste del macizo guayanes venezolano, entre Puerto Ayacucho y Caicara del Orinoco, se estudió una interesante secuencia de unidades geomorfológicas que subrayan el contacto entre el macizo granítico y la planicie de acumulación de los Llanos.

En el marco de los estudios geomorfo-pedológicos que se llevan a cabo en la zona, los autores han tratado, para definir las unidades geomorfológicas, de aplicar un sistema de clasificación cuyas bases, formuladas en terminos muy generales en 1971, fueron retomadas en 1973 y modificadas para aplicarlas a los problemas específicos de Venezuela.

Este sistema preve dos categorías superiores corológicas, Provincias y regiones fisiográficas y tres categorías mas específicamente taxonómicas : paisajes, relieves y formas de terreno. La elaboración de este sistema de clasificación permite, por una parte de formular conceptos que fueron, durante mucho tiempo, pocos claros en geomorfología, por otra parte de enfocar una colaboración mas estrecha con ciencias afines del medio físico, mas adelantadas en el campo conceptual, en particular la pedología, y por fin de resolver un problema de escala de unidades, en muchos casos omitidos en geomorfología.

Como en todo sistema taxonomico, dentro de cada categoría, se individualizaron clases o « objetos geomorfológicos », definidos por sus respectivas características, tipo de topografía, forma de topografía, posición relativa, desnivel, condiciones de vecindad, pendiente y exposición. Al nivel taxonomico inferior de forma del terreno, esa unidad fue caracterizada por su morfografía, su morfogenesis y su morfocronología.

La aplicación de este sistema, en el sur de Venezuela, facilita no solo los levantamientos geomorfo-pedológicos, sino tambien la armonización de los conceptos geomorfológicos. Señalaremos que la División de suelos del Ministerio del Ambiente de Venezuela aplica esta metodología en todos levantamientos de suelos llevados a cabo en el país.

PLAN

1. INTRODUCTION
2. LA ZONE D'ETUDE
3. L'ENVIRONNEMENT GEOMORPHOLOGIQUE

- 3.1. Les concepts
- 3.2. Le système de classification géomorphologique

4. CONCLUSIONS

BIBLIOGRAPHIE

1. INTRODUCTION

Dans le cadre d'une politique de mise en valeur de zones vierges, le gouvernement vénézuélien a entamé, dès 1970, par la création de la « Comisión para el Desarrollo del Sur » (CODESUR), une série d'études du milieu physique de la région comprise entre les frontières méridionales (Brésil et Colombie) et la boucle de l'Orénoque (fig. 1).

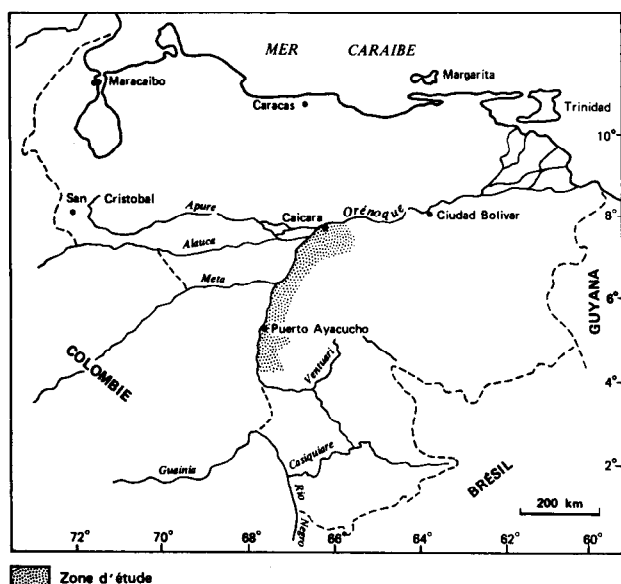


FIG. 1. — Carte de situation des études du milieu physique (géomorphologie et pédologie) au sud du Vénézuéla. Limites de la zone d'étude.

Erratum : Lire le fleuve « Arauca » au lieu de Alauca.

Cette région correspond à la partie occidentale du massif guyanais et, depuis 1975, la retombée nord-occidentale de ce bouclier a fait l'objet de levés de sols dans lesquels la pédologie s'est plus particulièrement appuyée sur les méthodes géomorphologiques. En 1975, le démarrage des études s'effectuait uniquement sur des bases géomorphologiques (Pouyllau, 1977), tandis que dès 1976, l'arrivée d'une mission pédologique de l'ORSTOM permettait de souhaiter et d'envisager une plus ample collaboration de type inter-disciplinaire. Cette méthode est, depuis quelques années, expérimentée dans de divers pays et plus particulièrement employée au Vénézuéla (Zinck, 1977).

En effet, tant au niveau théorique que pratique, la géomorphologie et la pédologie ont tout intérêt à travailler de concert, dans les études du milieu physique ; au niveau théorique, il faut noter tout d'abord l'importance de la communauté d'origine des facteurs de la morphogenèse et de la pédogenèse, climat, végétation, relief, mais aussi l'identité conceptuelle, non seulement de l'analyse des paysages du point de vue morphographique, morphogénétique et morphochronologique, mais encore de la synthèse cartographique, dans laquelle les unités géomorpho-pédologiques recouvrent des concepts taxonomiques réels ; en ce qui concerne les aspects pratiques, il y a lieu de souligner l'emploi de techniques communes, la géomorphologie, après bien des errements, en venant à utiliser la description de profils sur fosses et la pédologie employant les diverses techniques de photo-interprétation.

Dans le cadre de cet article, et à la suite d'une brève présentation générale du secteur étudié, seront envisagés, dans une première partie consacrée à l'environnement géomorphologique, les buts du système méthodologique employés, puis le système taxonomique lui-même ; enfin dans le cadre de la deuxième partie, nous étudierons les types de paysages, types de reliefs et formes de terrain de la zone d'étude ; puis les unités géomorphopédologiques identifiées, unités de vallée, de plaine, de piémont, de montagne et enfin le cas des hauts plateaux gréseux du Roraima.

2. LA ZONE D'ÉTUDE

La retombée nord-occidentale du massif guyanais, entre Calicara de Orinoco et San Fernando de Atabapo (fig. 2), est constituée par les derniers affleurements du bouclier qui s'ennoie sous les sédiments récents des Llanos : les granites de type rapakivi (Szczerban E. 1974) sont surmontés, en particulier au sud-est de Puerto-Ayacucho, par des éléments de la couverture des conglomérats et grès de Roraima, région du Cerro Autana. Cette retombée se présente sous la forme de batholites avec intrusion de roches volcaniques et fortement fracturés ; tandis qu'au nord, le batholite de Santa Rosalia (fig. 2) est séparé de la Sierra de la Cerbatana par des intrusions volcaniques, plus au sud, la vallée de type rift des fleuves Suapure et Manapiare individualise nettement le batholite de Parguaza ; enfin, dans la région de San Fernando de Atabapo, le graben du Casiquiare se manifeste par un adoucissement des reliefs et un élargissement des plaines alluviales.

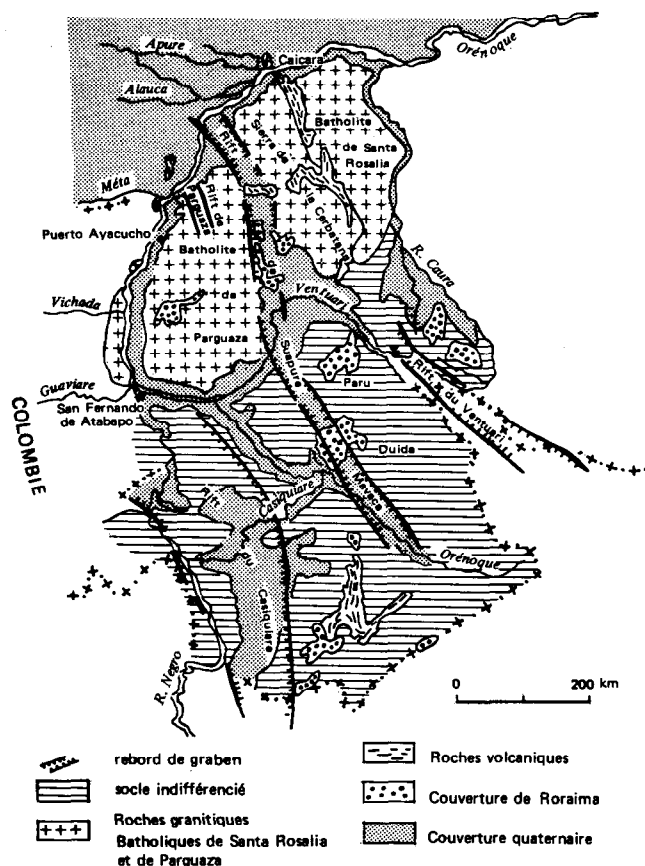


FIG. 2. — Croquis géotectonique du Nord-Ouest du Massif Guyanais. (Tiré de Martin Bellizzia - Paleotectonica del Escudo de Guyana. 9 a. Conferencia, geologica inter Guyana, Caracas 1972).

L'ensemble de la bordure est fossilisé par des apports alluvio-colluviaux du quaternaire ancien et moyen d'où émergent des reliefs de type inselbergs ou « galeras » (= chainons). Ces dépôts se poursuivent jusqu'à l'Orénoque et sont progressivement remplacés par les apports andins des affluents de rive gauche de l'Orénoque (Blancaneux *et al.*, 1977).

Le fleuve est surimposé sur le rebord du massif guyanais dont les éléments résiduels affleurent bien en aval dans la plaine des Llanos : petits massifs de Casuarito (Colombie), en face de Puerto Ayacucho, de Puerto Paez, à l'embouchure du Meta dans l'Orénoque et Galeras du Cinaruco, à l'intérieur de la plaine des Llanos (30 km environ à l'ouest de l'Orénoque). Dans le secteur compris entre La Urbana et Caicara

de Orinoco, l'Orénoque est littéralement repoussé contre le massif guyanais par le delta interne de l'Apure et de l'Arauca (Pouyllau, 1976-1977).

Du point de vue climatique, les précipitations vont en augmentant du nord, Caicara 1 800 mm, au centre, Puerto Ayacucho 2 500 mm et au sud, San Fernando de Atabapo 3 400 mm. Ces précipitations sont réparties dans le temps sur une longue période, à San Fernando de Atabapo qui n'a qu'une saison sèche très peu marquée, tandis que la région de Caicara de Orinoco est affectée par une longue période de sécheresse de novembre à mars-avril.

La végétation est étroitement associée aux différentes unités géomorphopédologiques rencontrées dans la zone : forêt galerie le long des grands axes fluviaux (Orénoque, Meta, Apure), savanes à *leersia hexandra* (lamedora) et *Paspalum fasciculatum* (game-lota) sur la bordure des Llanos, savanes arbustives à *Trachypogon* sp. (saeta) et *Byrsonima* Cr. et V. (manteco et chaparro) sur les glacis résiduels alluvio-colluviaux, et forêt dense sempervirente sur le socle granitique.

3. L'ENVIRONNEMENT GÉOMORPHOLOGIQUE : LES CONCEPTS ET LE SYSTÈME TAXONOMIQUE

Dans le cadre de la méthode combinée géomorphopédologique de levés de sols, on se propose d'appliquer certains concepts qui, joints aux systèmes taxonomiques pédologiques employés (Soil Taxonomy de l'USDA 1975 et Classification Française des Sols 1967), permettent de formuler une première approximation d'unités géomorpho-pédologiques.

Dans le cadre des relations méthodologiques entre les deux sciences, pédologie et géomorphologie, cette dernière a entrepris, depuis quelques années, un effort de rationalisation de son langage et de ses méthodes, et par là même, de ses concepts de classification des unités, tandis que la pédologie entamait un processus de rapprochement vers la géomorphologie (Kilian, 1974 ; Raunet, 1974).

L'effort conceptuel géomorphologique, déjà formulé dans des recherches pionnières (Tricart, 1968) s'est poursuivi dans des publications plus récentes (anonyme 1971, Zinck 1977, Pouyllau 1976, Pouyllau, Blancaneux 1976). Dans le paragraphe qui suit, nous étudierons plus spécialement les concepts tandis que le système lui-même sera présenté postérieurement.

3.1. Les concepts

De très nombreux levés de sols sont effectués actuellement, en particulier au Vénézuéla, en utilisant la méthode géomorphologique ; les rapports publiés et les cartes produites sont destinés à des utilisateurs dont les préoccupations sont d'utiliser un produit clair, concis et compréhensible. Ce résultat, en partie obtenu par l'emploi de systèmes taxonomiques en pédologie, pêchait cependant par les difficultés d'introduction d'un langage géomorphologique fort variable selon les auteurs et le temps. Il était donc souhaitable, et les nécessités de la mise sur fichier automatique des données le soulignaient, qu'un système de classification, si possible taxonomique soit mis en place.

Ces concepts ont permis d'envisager un système qui peut être utilisé uniformément par différents géomorphologues ou techniciens des sciences de la terre qui travaillent soit indépendamment dans l'espace, soit dans le temps. Dans la formulation des concepts, il est un écueil à éviter : il s'agit de la subjectivité. Aussi la classification doit-elle être la plus objective possible, et seul un système taxonomique, basé sur la connaissance de l'objet géomorphologique lui-même, peut parvenir à remplir ces conditions. Nous suivons en cela les tendances récentes de la pédologie moderne et il est souhaitable que le système ne prévoie qu'une seule place à l'objet à classer et non autant de places qu'il y a de points de vue (Pouyllau 1977) en matière géomorphologique.

Le système de classification doit être compréhensif et conçu de façon à permettre la classification de toutes les formes de terrain, réservant par exemple, aux formes « énigmatiques » une place en tant que forme non différenciée.

En ce qui concerne la taxonomie, la géomorphologie est singulièrement en retard, par rapport à d'autres sciences naturelles, et, même à l'intérieur de la géographie, les récentes recherches, sur les notions de paysages ou de géofacies, n'ont pas projeté leurs effets bénéfiques vers la géomorphologie. Même au niveau du domaine de l'espace étudié, la géomorphologie reste indécise ; faut-il se contenter d'étudier les altérations et laisser aux pédologues les sols ? Faut-il parler de formations superficielles ? Ou bien ne faudrait-il pas songer un instant, que la réalité géomorphologique, c'est-à-dire la forme de terrain, est une perception spatio-temporelle partiellement masquée par un sol qui joue parfaitement son rôle en tant que résultant d'une dynamique qui ne devrait pas être sous-estimée ?

Dans le domaine de classement taxonomique, la géomorphologie n'a formulé, dans un premier mo-

ment que des propositions, soit fonction de critères non-géomorphologiques, par exemple géologiques, climatiques, soit de critères spatiaux d'où la dimension temporelle, éminemment importante dans les sciences de la terre, est singulièrement absente. Il en est ainsi des classifications chorologiques et morphométriques. Puis dans un effort de concision, la géomorphologie s'est peu à peu essayée à ordonner son langage. L'élan décisif est venu, comme pour d'autres sciences, du développement des systèmes modernes de stockage des informations, c'est-à-dire de l'irruption de l'informatique dans le domaine des sciences naturelles. Pour appliquer ces méthodes, il est nécessaire d'ordonner les connaissances de manière à faciliter leur utilisation postérieure et, éventuellement, leur traitement numérique.

Paradoxalement, l'effort d'aménagement du langage géomorphologique est venu des travaux des pédologues désireux de définir avec plus de précision les formes de terrain sur lesquelles se situaient les profils d'observation des sols : en 1971, l'Association Informatique et Biosphère publiait, avec la collaboration de plusieurs centres d'études de sciences de la terre, entr'autres l'ORSTOM, un excellent glossaire de pédologie (1971). Dans cette brochure, différents « environnements » sont traités : climatique, géologique, hydrologique, végétal, humain et, bien entendu, géomorphologique. Curieusement, et bien que patronnées par des institutions prestigieuses, ces recherches n'ont pas eu, en France, l'écho qu'elles méritaient. Cependant dès 1973, au Vénézuéla, sous l'impulsion d'un géographe français, Zinck (1977), la Division des Sols du Ministère des Travaux Publics décidait l'incorporation progressive, dans la formation continue de ses ingénieurs et dans les levés de terrain, des notions de taxonomie géomorphologique. A ce jour, au Vénézuéla, tant dans les institutions publiques que dans les sociétés ou bureaux d'études privés, plus d'une centaine de techniciens de la science des sols utilisent ces nouvelles méthodes.

L'élaboration du système de classification a sans cesse obéi à l'adoption d'un cadre épistémologique souple, au niveau de la réflexion, et à la maîtrise des différents niveaux catégoriels à l'intérieur desquels ont été distribués les classes ou taxons. La formulation de ces concepts a amené à constater que la géomorphologie ne possède pas encore de concepts et de méthodes lui permettant de participer au débat scientifique de haut niveau, et ce, malgré une autosatisfaction exagérée.

— la géomorphologie est restée trop longtemps coupée des études du milieu physique telles la pédo-

logie, l'écologie, et elle n'a pas su se projeter hors des structures littéraires qui l'encadraient. Elle en recueillait les avantages, mais aussi les inconvénients.

— en ce qui concerne les applications, la géomorphologie souffre de limitations d'ordre économique du fait qu'un levé géomorphologique ne produit pas immédiatement un profit pour la société ; les bénéfices sont indirects, au travers d'études de sols ou d'études d'ouvrages de génie civil par exemple.

— enfin le problème d'échelle n'a pas été résolu d'une manière satisfaisante, car bien souvent un même phénomène était supposé digne d'étude à des échelles différentes, alors qu'en réalité, ce sont des phénomènes différents que l'on appréhende à des échelles différentes ; ce concept ne peut être pris en compte qu'au travers d'un système taxonomique.

3.2. Le système de classification géomorphologique

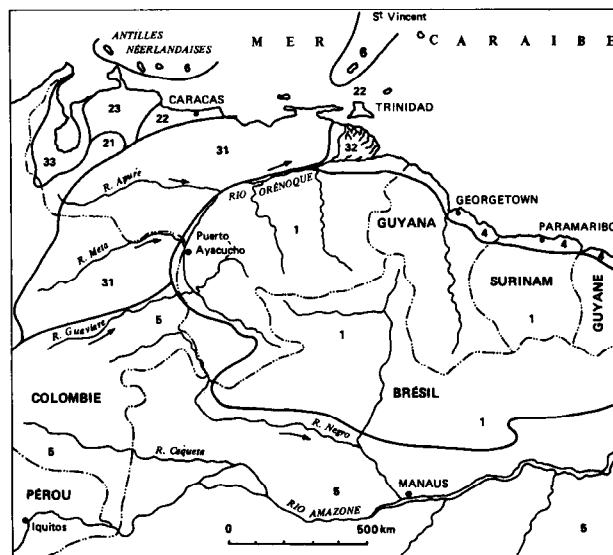
La classification est, à la fois, taxonomique dans les catégories inférieures et mixtes, choro-morphométrique dans les catégories supérieures ; les contingences locales du milieu physique vénézuélien sont donc représentées dans le haut de l'échelle.

Les clés taxonomiques sont fournies par l'existence de catégories qui vont des plus générales aux plus détaillées et de classes ou taxons dans chacune des catégories, chacun étant défini comme un groupe formé d'une répétition d'objets géomorphologiques identiques ou d'une association d'objets présentant des caractères de similitude ; ces objets peuvent être observés, décrits, expliqués et classés.

Le système comprend cinq niveaux ou catégories :

3.2.1. Le premier niveau est la **province physiographique**. Il s'agit d'une unité définie par les facteurs du milieu naturel qui exercent leur action et déterminent la physionomie. La taille de la province est variable et peut se mesurer en centaines ou milliers de kilomètres. La province appartient à l'une des trois grandes divisions de la géologie structurale, soit les socles, soit les cordillères géosynclinales, soit enfin les bassins sédimentaires ; cette considération du milieu physique exclut que cette catégorie soit taxonomique, nous restons donc à un niveau choro-morphométrique.

A l'intérieur des limites du Venezuela (fig. 3), sont identifiées une série de provinces parmi lesquelles deux nous intéressent plus particulièrement, le massif guyanais et les Llanos.



- | | |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1 BOUCLIER GUYANAIS | 3 LES BASSINS |
| 2 LES CORDILLÈRES RÉCENTES | 31 Les Llanos |
| 21 Les Andes | 32 Le delta de l'Orénoque |
| 22 Le système côtier | 33 La dépression de Maracalibo |
| 23 Le système Falcon-lara | 4 LA PLAINE CÔTIÈRE DES GUYANES |
| 24 La Guajira | 5 LA DÉPRESSION DE L'AMAZONE |
| | 6 LES ANTILLES |

FIG. 3. — Provinces physiographiques du Nord de l'Amérique du Sud. D'après M. Pouyllau, 1976.

3.2.2. Le second niveau correspond à la **région physiographique**. Il s'agit encore là d'un niveau choro-morphométrique : selon les degrés d'action de l'érosion, les types de dépôts sédimentaires d'âge divers ainsi que la taille et la situation spatiale, sont séparées dans les provinces, un certain nombre de régions (fig. 4) : le bouclier guyanais peut se subdiviser en *pénéplaines du Nord*, *pénéplaines du Sud* ou du Casiquiare (assurant la transition vers la province amazonienne), et région du *Massif Central*. La majeure partie de l'étude est contenue dans la *Pénéplaine du Nord*. Elle s'étend sans discontinuité depuis le delta de l'Orénoque jusqu'au niveau de Puerto Ayacucho où elle s'étrangle singulièrement. La *pénéplaine du Sud*, ou pénéplaine du Casiquiare correspond tectoniquement au graben du Casiquiare effondré et incliné légèrement vers le Rio Negro ; les études géomorpho-pédologiques ont abordé uniquement les franges septentrionales de cette pénéplaine dans le secteur Sipapo. Enfin, le *Massif Central* correspond aux secteurs situés au-dessus de la courbe de niveau des 300 m environ ; il s'agit ici des batholites de Parguaza et de Santa

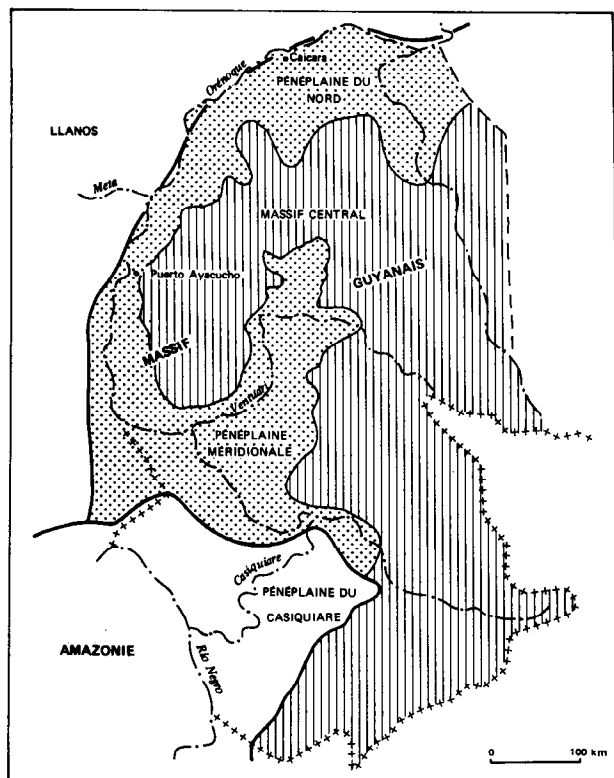


FIG. 4. — Régions physiographiques du Venezuela.

Rosalia flanqués des lambeaux de grès et de conglomérats de Roraima (Cerro Autana).

Les Llanos (province) sont individualisés grâce à leur topographie extrêmement plane et, dans le secteur qui nous intéresse, nous identifierons les *Llanos de l'Apure*, au nord, à proximité de Caicara de Orinoco ; et les *Llanos du Meta* (ou Llanos orientaux colombiens) où les influences éoliennes viennent modifier d'anciennes surfaces de dépôts quaternaires.

3.2.3. En abordant le troisième niveau, **types de Paysages** (fig. 5), l'on entre dans le domaine taxonomique proprement dit, c'est-à-dire que l'on peut échapper aux contingences de dimensions. Le paysage géomorphologique est défini par les critères suivants :

LE TYPE DE TOPOGRAPHIE constitue le premier d'entre eux. Généralement, sont considérés cinq types de topographie qui seront utilisés comme représentation conceptuelle du paysage, les *vallées*, les *plaines*, l'*alti-*

plano (ou altiplanicie), la *montagne* et le *piémont*. Ces termes sont génériques et non régionaux.

— *Les vallées* : il s'agit en premier lieu de celle de l'Orénoque qui, bien que peu marquée physiographiquement, joue un rôle important en ce qui concerne la distribution des sols et le régime hydrologique de la zone ; ensuite, on peut citer les vallées peu encaissées des fleuves des Llanos comme le Meta, celles profondément marquées dans le massif, car issues du système de type rift, comme celles du Suapure et du Parguaza, ou bien développées sur des trains de failles et fractures : Sipapo, Autana, Cataniapo ; enfin, celles moins significatives, mais cependant présentes, des drains des savanes.

— *Les plaines* sont présentes sur la rive gauche de l'Orénoque : plaines alluvio-résiduelles du Meta et celles formées par le delta interne des fleuves Apure et Arauca ; tandis que, sur la rive droite, des plaines alluvio-colluviales et résiduelles séparent la vallée de l'Orénoque des premières élévations. Leur largeur

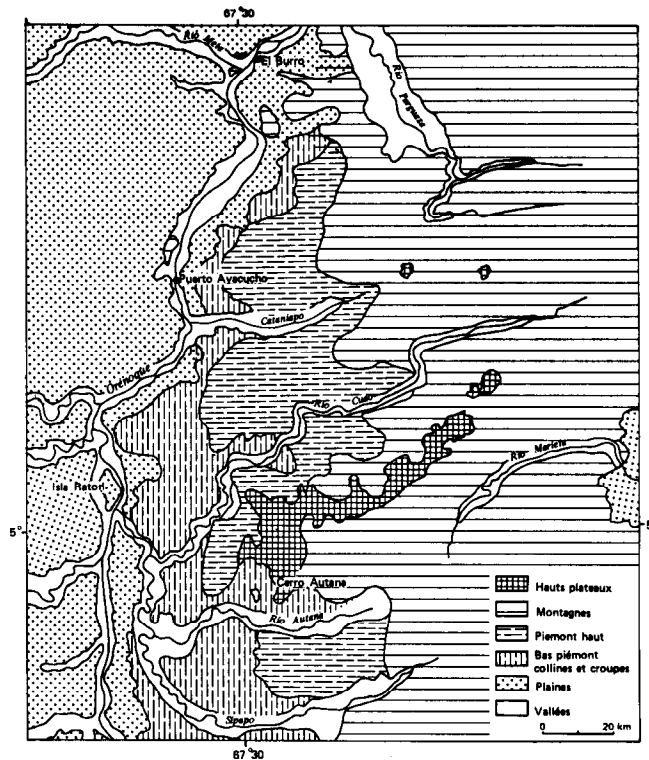


FIG. 5. — Types de paysages identifiés à partir d'une image Landsat (Nasa-Erts 1225-14154) du 9.3.73.

est de 30 à 40 km au sud de Caicara et de seulement une dizaine vers Puerto Ayacucho. Ce dernier secteur correspond à la plus grande partie des études géomorpho-pédologiques développées dans la zone.

— *Le piémont* : cette unité est parfois difficile à identifier, elle correspond aux collines et plateaux qui séparent les plaines du massif proprement dit. Dans le secteur d'étude, ce paysage s'étend entre les courbes de niveau 100 m et 300 m, et présente des caractères différents du nord au sud :

Au nord, dans le secteur de Caicara, ce sont des plateaux qui s'élèvent régulièrement par paliers successifs jusqu'à la « Sierra de la Cerbatana ».

Au centre, région du Suapure et du Parguaza, la transition entre les plaines et le massif central est très brutale et pratiquement le piémont est réduit à sa plus simple expression, et constitué de blocs dénivelés de faible amplitude.

Au sud, un ample paysage de collines « moutonné » entre Puerto Ayacucho et le massif central dans le secteur du Cataniapo.

Enfin à l'extrême sud, la retombée des grès du Cerro Autana est brutale sur la plaine avoisinante et il n'y a pas, à proprement parler, de piémont.

— *La montagne* correspond à tous les secteurs de forte pente situés au-dessus de la courbe de niveau des 300 m. Ce paysage correspond aux batholites granitiques de Parguaza et de Santa Rosalia.

— Enfin les *Hauts plateaux* (ou altiplanicie) correspondent aux affleurements des grès et conglomérats précambriens de la formation Roraima. Très peu représentés au nord, ces grès donnent de spectaculaires hauts-plateaux dans le secteur du Cerro Autana, où des phénomènes pseudokarstiques sont signalés (Szczerban 1974 ; Blancaneux, Pouyllau M., 1977).

Pour conclure sur cette catégorie de *paysages*, si les classes plaines, piémont, montagne et hauts plateaux sont parfaitement individualisées, la classe vallées peut recouper toutes les autres unités.

LA FORME DE LA TOPOGRAPHIE : dans le cadre des études géomorpho-pédologiques entreprises au Vénézuëla, ont été adoptés les types de formes de topographie suivantes : plane, pente de moins de 2 % ; ondulée, de 2 à 8 % ; fortement ondulée, de 8 à 16 % ; vallonnée, de 16 à 30 % ; escarpée, de 30 à 50 % et fortement escarpée, plus de 50 %.

Dans le cas de la présente étude, se rencontrent toutes les formes topographiques ainsi que les types de topographie.

LA POSITION RELATIVE : il s'agit de définir, relativement, si le paysage occupe une position haute, intermédiaire ou basse par rapport à un autre paysage. Par exemple, la plaine qui s'étend de Caicara de Orinoco à Puerto Ayacucho occupe une position intermédiaire entre la vallée de l'Orénoque, à l'ouest, et le piémont du massif, la montagne ou les hauts plateaux de Roraima à l'est.

LA DÉNIVELLATION : elle se mesure en mètres.

LES CONDITIONS DE VOISINAGE : elles sont nécessaires pour situer le paysage dans son contexte régional ; ces conditions s'expriment par les termes : dominé par -, voisin de -, et dominant un - (une -) ; elles sont nécessairement associées au type de paysage limitrophe.

Ainsi dans le cas présent, la plaine occidentale guyanaise est dominée par la montagne de la Cerbatana (sud-ouest de Caicara de Orinoco).

3.2.4. Le quatrième niveau est celui des **types de reliefs**. Comme précédemment, les termes employés seront génériques et non régionaux. Ceci permet d'aborder la démarche taxonomique par le même ordre de critères qu'au niveau taxonomique supérieur et les seules différences constatées seront, bien entendu, au niveau des termes correspondant au type de topographie. Au paysage « plaine occidentale guyanaise » ou « plaine de l'Orénoque » correspondent les types de reliefs suivants ; (Pouyllau, Blancaneux, 1976) : plaine résiduelle, plaine colluviale, plaine alluviale de débordement, ainsi que les inclusions comme collines ou inselbergs, et les associations comme plaine alluvio-colluviale (fig. 6).

En fait, le type de relief est beaucoup plus complexe à établir. Les premiers essais ont porté dans le secteur de El Burro, face à l'embouchure du Meta dans l'Orénoque. L'extrait ci-joint de la carte réalisée présente surtout un secteur où des unités résiduelles correspondant aux anciens glacis résiduels sont associées à des unités d'origine colluviales ; on notera aussi la présence d'intrusions correspondant à des inselbergs isolés dans la plaine. Enfin, des unités de vallées alluviales légèrement encaissées, les drains de savanes, divisent la plaine. Cette catégorie correspond au niveau de détail des études effectuées ; aussi, dans le développement suivant, nous nous attacherons plus précisément à définir les types de reliefs en leur associant la définition taxonomique pédologique. Il en résulte une série d'*unités géomorpho-pédologiques*. Lors des travaux de terrain et de la photo-interpréta-

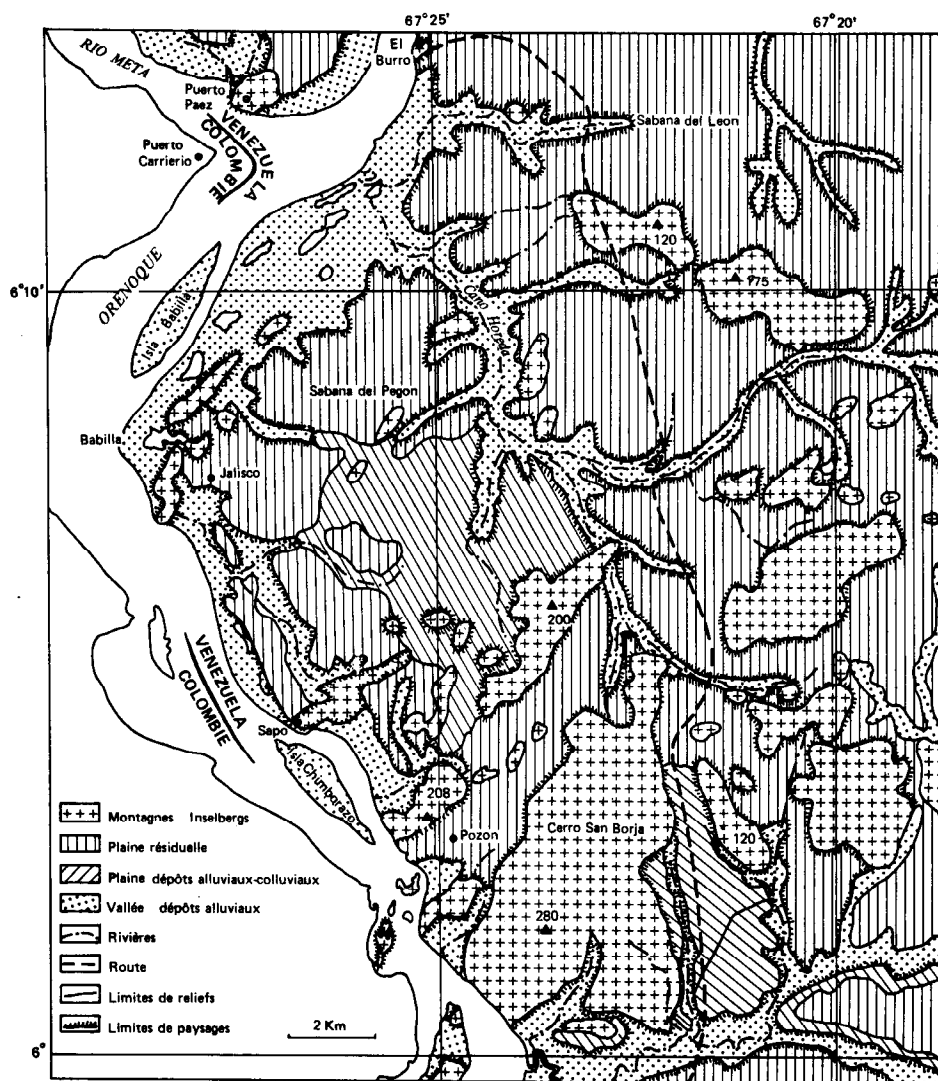


FIG. 6. — Paysages et reliefs dans la région de Puerto Paez (nord de Puerto Ayacucho).
D'après Ph. Blancaneaux et M. Pouyllau, 1976.

tion de détail, nous avons, dans le secteur de Puerto Ayacucho, travaillé au niveau inférieur des formes de terrain ; mais, cette catégorie taxonomique ne peut être représentée cartographiquement à l'échelle 1/100 000 ; d'autre part, la densité des observations, coupes, fosses, sondages, ne justifiait pas une publication plus détaillée. Dans la région de Caicara, les études effectuées (Gonzalès, 1977) permettaient par leur niveau de publication cartographique (1/100 000)

d'envisager une adaptation des définitions géomorphologiques initiales, connues alors comme *position géomorphologiques* (Zinck 1970), aux règles nouvelles.

3.2.5. Le cinquième niveau taxonomique est celui de la **forme élémentaire de terrain** ; il s'agit de l'unité de base du système taxonomique. La révision de la littérature rend compte de l'indétermination du terme « forme de terrain » et du peu de recherches concep-

uelles qui s'est attaché à cette expression. La définition de la forme, que nous appliquons, n'est autre que celle établie par Tricart (1968), reprise en 1971, dans le document de l'Association Informatique et Biosphère (1971) et adaptée pour le Vénézuéla par Zinck (1977).

La forme de terrain est un élément caractérisé par sa géométrie, ou *morphographie*, sa dynamique ou *morphogenèse* et son histoire ou *morphochronologie*.

Dans un système de vallée alluviale encaissée, on peut parler, morphométriquement d'un banc alluvial et préciser ensuite du point de vue morphogénétique, s'il s'agit d'une levée de débordement ou d'un bourrelet alluvial comprenant les deux levées de la berge et la partie axiale plus ou moins remblayée ; il sera souhaitable, enfin, de formuler une chronologie relative ou absolue suivant le cas.

Les variables qui définissent les caractéristiques morphométriques sont les suivantes :

Le profil, concave, convexe, concavo-convexe, rectiligne, irrégulier.

La configuration, étroite, large, allongée, massive.

Le tracé des contours, rectiligne, arqué, sinueux, lobulé, dentelé, digité et irrégulier.

La position relative, haute, intermédiaire, ou basse.

La dénivellation, exprimée en mètres.

Les conditions de voisinage, dominé par -, voisin de -, et dominant à -.

La pente, en % ; et, *l'exposition* s'il y a lieu.

Les caractéristiques morphogénétiques doivent inclure les types de dynamique qui ont contribué à l'élaboration de la forme. Le caractère polycyclique de nombreuses formes, le manque de hiérarchisation des concepts par suite de la subjectivité du chercheur et la variété des facteurs à prendre en considération (climat, lithologie, actions anthropiques) ont peu à peu dégagé un consensus commun qui répartit les formes comme suit :

— d'une part, les formes issues du modelé des interfluves (versants, glaciais, reliefs résiduels, etc.),

— d'autre part, les formes qui sont issues d'actions déterminées ; ces formes sont, soit spécifiques de climats déterminés (formes glaciaires, périglaciaires, en demi-orange de climat chauds et humides), soit non spécifiques de climats déterminés (formes éoliennes, littorales, pseudo-karstiques, volcaniques et fluviales).

Les caractéristiques morphochronologiques sont envisagées tout d'abord en relation avec l'activité

actuelle de la forme ; s'agit-il d'une forme en activité ou d'une forme héritée en situation de déséquilibre, ou bien enfin, d'une forme stabilisée ? Ensuite vient la chronologie proprement dite. Les méthodes de datation absolue n'ont pas été appliquées, pour le moment, dans le secteur étudié ; cependant, les méthodes traditionnelles d'appréciation du degré d'altération du matériel, du degré de résistance et du degré d'évolution pédogénétique permettent de formuler une première approximation en ce qui concerne la chronologie relative.

Cette notion de forme de terrain n'a pas fait l'objet de levé systématique et par conséquent, de cartographie car les obligations méthodologiques, liées aux contraintes administratives ne permettaient pas ce niveau de détail ; il est à souligner cependant, que ce concept a été utilisé durant les reconnaissances de terrain.

Le système de classification permet d'autre part de fixer, en rapport avec chaque catégorie, un niveau de détail tant pour les rapports d'études que pour les travaux cartographiques. La hiérarchisation que nous avons adoptée est la suivante :

— 1^{re} catégorie : provinces, échelle de publication 1/2 000 000 à 1/4 000 000, niveau de publication : synthèse d'études.

— 2^e catégorie : régions, échelles de publication 1/1 000 000 à 1/500 000, niveau de publication : exploratoire.

— 3^e catégorie : types de paysages, échelle de publication 1/500 000 à 1/250 000, niveau de publication : reconnaissance.

— 4^e catégorie : types de reliefs, échelle de publication 1/250 000 à 1/100 000, niveau de publication : préliminaire.

— 5^e catégorie : formes de terrain, échelle de publication 1/50 000 à 1/25 000, niveau de publication : semi-détaillé à détaillé.

Les bases de la présente classification ne constituent encore qu'un essai d'harmonisation à un niveau régional. Ce souci de clarification des données géomorphologiques a été rendu nécessaire par l'intégration des résultats d'études dans des actions de planification physique dans lesquelles la rigueur des langages était obligatoire.

4. CONCLUSION

Les aspects conceptuels et les exemples présentés permettent de dégager une formule de collaboration interdisciplinaire entre la géomorphologie et la pédologie. Les différentes recherches effectuées, plus parti-

culièrement au Vénézuéla (Zinck 1977), et les premiers inventaires de sols en Guyane vénézuélienne, démontrent que la formule opératoire de collaboration se poursuit au cours des quatre étapes fondamentales de l'étude de sols, le rôle de la géomorphologie allant diminuant progressivement.

— Au niveau de l'étape de reconnaissance, la géomorphologie permet de définir rapidement les grands traits physiographiques de la zone d'étude et de formuler les niveaux hiérarchiques de perception du milieu physique. Cette étape, où est incluse une phase de photo-lecture des vues aériennes et des images type Radar et Satellite, permet d'envisager les facteurs de formation et d'évolution des sols.

— Dans le cadre de la seconde étape, photo-interprétation systématique, la géomorphologie joue un rôle encore important, car elle constitue, grâce au concept de forme de terrain, l'élément de perception, d'identification et de délimitation des unités pédologiques.

— La troisième étape, très fortement liée à la précédente, est constituée par l'étude des zones-témoins. Ces zones-témoins, où les éléments physiographiques, identifiés par la photo-interprétation sont définis d'un point de vue dynamique et chronologique, sont choisis en fonction des corrélations qui peuvent exister entre les unités géomorphologiques et les unités pédologiques. Ainsi, sont délimitées des zones homogènes représentatives du plus grand nombre de formes de terrain identifiées dans le secteur d'étude. De plus, l'orientation des zones-témoins est fonction de la géomorphologie de la région : la direction perpendi-

culaire à l'axe principal du relief et des formes sera représentative, car elle permettra d'étudier les aspects principaux (centre des formes ou des reliefs) et les aspects transitionnels (bordure des formes ou des reliefs).

— Enfin, dans le cadre de la quatrième étape, la géomorphologie permet d'envisager l'opération extrapolation de l'information pédologique issue de l'étude des zones-témoins vers toute la région à étudier. L'unité physiographique identifiée dans les deux premières étapes, et transformée en unité géomorphologique lors de la troisième étape, peut être, alors, envisagée dans le cadre conceptuel d'unité géomorpho-pédologique.

Les exemples tirés de l'étude de la bordure nord-occidentale du massif guyanais permettent de poser les bases d'une étroite et fructueuse collaboration entre la géomorphologie et la pédologie pour l'étude d'une des régions les plus difficiles d'accès du continent sud-américain. Depuis une dizaine d'années, cette collaboration a commencé au Vénézuéla, sur les régions des plaines des Llanos et se poursuit aujourd'hui sur les cordillères récentes (Andes et Cordillère des Caraïbes) et le massif ancien guyanais. La formulation des récents concepts de taxonomie géomorphologique, en maîtrisant et ordonnant la description de l'environnement physique, ne peut que favoriser la collaboration, interdisciplinaire, des deux sciences de la terre.

Manuscrit reçu au Service des Publications de l'ORSTOM le 23 décembre 1977

BIBLIOGRAPHIE

BLANCANEUX (Ph.), POUYLLAU (M.), HERNANDEZ (S.), ARAUJO (J.), 1976. — Estudio pedo-geomorfológico sobre las formaciones graníticas de la región de Puerto Ayacucho, Territorio Federal Amazonas, Venezuela. IV congreso Venezolano de la ciencia del suelo, Maturín, Venezuela.

BLANCANEUX (Ph.), HERNANDEZ (S.), ARAUJO (J.), 1977. — Estudio pedoagronómico preliminar del sector Puerto Ayacucho, T.F. Amazonas, Venezuela. Ministerio de Obras Publicas y ORSTOM. *Sous presse*.

BLANCANEUX (Ph.), POUYLLAU (M.), 1977. — Formes d'alté-

ration Pseudokarstique en relation avec la géomorphologie des granites précambriens du type Rapakivi dans le territoire Fédéral Amazonas, Vénézuéla. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XV, n° 2 : 131-142.

Commission de Pédologie et de Cartographie des sols ou CPCS, 1967. — Classification des sols. Laboratoire de géol. pédologie. ENSA, Grignon, *multigr.*, 87 p.

Glossaire de pédologie, descriptions de l'environnement en vue du traitement informatique. — 1971. Assoc. Informatique et Biosphère. Paris, pp. 31-51.

- GONZALES (R.A.), 1977. — Estudio de suelos preliminar de la zona de Caicara de Orinoco - La Urbana. MOP Division de Edafologia, Caracas, Venezuela. *Sous presse*.
- KILLIAN (J.), 1974. — Etude du milieu physique en vue de son aménagement, conception de travail, méthodes cartographiques. *Agron. Tropic. sér. Agron. génér.*, IRAT, Paris, n° 2-3 : 141-153.
- POUYLLAU (M.), 1976. — La géographie dans un plan de contrôle des eaux et de récupération des terres. Essai méthodologique et cartographique (Llanos de l'Apure, sud-ouest du Venezuela). Thèse 3^e cycle. Université de Bordeaux III, 317 p.
- POUYLLAU (M.), 1977. — Estudio geomorfológico de la zona Caicara de Orinoco - San Juan de Manapiare (Estado Bolívar y T.F. Amazonas), Venezuela. Ministerio de Obras Públicas. Division de Edafologia. *Sous presse*.
- POUYLLAU (M.), BLANCANEUX (Ph.), 1976. — Inventario geomorfológico del Territorio Federal Amazonas y Estado Bolívar. Cuenca del Ventuari y Orinoco medio, Venezuela. IV congreso Venezolano de la ciencia del suelo. Maturín, Venezuela.
- RAUNET (M.), 1974. — Etude morphopédologique dans la région de Beni Slimane, Algérie. Contraintes pour la mise en valeur. *Agron. Tropic. sér. Agron. génér.*, n° 2-3 : 258-299.
- SZCZERBAN (E.), 1974. — Geologia y petrologia del area de Puerto Ayacucho. T.F. Amazonas, Venezuela. Unidad de geol. G.R 74-2. M.O.P.-CODESUR Caracas, Venezuela, 57 p.
- TRICART (J.), 1971. — Normes pour l'établissement de la carte géomorphologique détaillée de la France (1/20 000, 1/50 000). CNRS. Serv. de docum. et de cartographie géographiques. Cartographie géomorphologique travaux de la RCP 77, 2 vol., Paris, CNRS. Mémoires et documents, Nouvelle Série, 12.
- UNITED STATES DEPARTEMENT OF AGRICULTURE (USDA), 1975. Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. *Agriculture handbook* 436, 754 p.
- ZINCK (A.), 1970. — Aplicación de la geomorfologia al levantamiento de suelos en zonas aluviales. Ministerio de Obras Públicas. Division de Edafologia. Barcelona. Venezuela.
- ZINCK (A.), 1977. — Descripción del ambiente geomorfológico con fines de levantamiento de suelos. Ministerio de Obras Públicas. Division de Edafologia. Caracas. Venezuela. *Sous presse*.